

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA  
V PLZNI  
FAKULTA EKONOMICKÁ**

Bakalářská práce

**Vícekriteriální programování optimalizační úlohy**

**Multicriterion programming of optimization task**

Kamila Petříková

Cheb 2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kamila PETŘÍKOVÁ**  
Osobní číslo: **K12B0161P**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Podniková ekonomika a management**  
Název tématu: **Vícekriteriální programování optimalizační úlohy**  
Zadávací katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakterizujte úlohy vícekriteriálního rozhodování.
2. Definujte základní metody odhadu vah kritérií.
3. Rozeberte modely vícekriteriálního hodnocení variant.
4. Aplikujte metody vícekriteriálního rozhodování na konkrétním příkladě a zhodnoťte.
5. Shrňte zjištěné poznatky a formulujte závěr.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 60 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum*. Praha : Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.
- BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan, ŠUBRT, Tomáš. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha : Credit, 2003. ISBN 80-213-1019-7.
- ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. Praha : Aleš Čeněk, 1996. ISBN 978-80-7380-345-2.

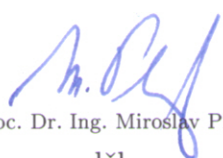
Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Lenka Gladavská, D.E.A.

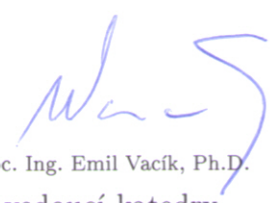
Katedra ekonomie a kvantitativních metod

Datum zadání bakalářské práce: 31. října 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 3. května 2013

  
Doc. Dr. Ing. Miroslav Plevný  
děkan



  
Doc. Ing. Emil Vacík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Chebu dne 31. října 2012

**Příloha C: Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Vícekriteriální rozhodování“ jsem vypracovala samostatně. Pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce za použití pramenů uvedených v přiložené bibliografii.

V Chebu, dne

.....

podpis autora

**Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí bakalářské práce paní Mgr. Lence Gladavské, D.E.A. za podporu, odborné rady a velmi přátelský přístup při konzultacích. Dále děkuji Ing. Pojarovi za umožnění spolupráce ve firmě KS-Europe s. r. o. a poskytnuté informace potřebné k vypracování praktické části práce.

## **OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	7
<b>CÍL PRÁCE</b> .....	9
<b>1 Rozhodování</b> .....	10
1.1 Rozhodovací proces (RP).....	10
1.2 Prvky rozhodovacího procesu .....	11
1.2.1 Objekt rozhodování.....	12
1.2.2 Subjekt rozhodování .....	12
1.2.3 Cíle rozhodování.....	12
1.2.4 Kritéria rozhodování .....	12
1.2.5 Varianty řešení.....	13
1.3 Kvalitativní a kvantitativní analýza .....	14
1.4 Prvky kvantitativní analýzy.....	15
1.4.1 Pozorování systému .....	15
1.4.2 Definice problému .....	15
1.4.3 Konstrukce modelu a příprava dat .....	16
1.4.4 Řešení modelu.....	16
1.4.5 Ekonomická interpretace řešení .....	17
<b>2 Stanovení vah kritérií</b> .....	17
2.1 Preference mezi kritérii .....	18
2.1.1 Aspirační úrovně kritérií.....	18
2.1.2 Ordinální informace .....	18
2.1.3 Váhy kritérií (kardinální informace).....	18
2.2 Metody určení vah kritérií.....	18
2.2.1 Metoda pořadí .....	19
2.2.2 Metoda známkovací .....	19
2.2.3 Alokační metoda .....	20
2.2.4 Metoda párového hodnocení.....	20
2.2.5 Saatyho metoda.....	20
2.2.6 Kompenzační metoda .....	21
<b>3 Vícekriteriální rozhodování</b> .....	21
3.1 Vícekriteriální programování .....	22

3.1.1	Prvky modelu lineárního vícekritériálního programování.....	24
3.1.2	Varianty řešení vícekritériálního lineárního programování.....	24
3.1.3	Metody řešení vícekritériálního lineárního programování .....	25
3.1.4	Minimalizace vzdálenosti odchylek od ideálních hodnot.....	28
3.1.5	Cílové programování .....	29
3.2	Vícekritériální hodnocení variant.....	29
3.2.1	Varianty řešení vícekritériálního hodnocení variant.....	30
4	O společnosti .....	31
4.1.1	Historie společnosti.....	31
4.1.2	Obor činnosti.....	32
4.1.3	Cíle společnosti.....	33
5	Definice problému .....	34
5.1	Definice problému.....	34
5.2	Stanovení kritérií.....	36
5.2.1	Metoda pořadí .....	37
5.2.2	Známkovací metoda.....	37
5.2.3	Metoda porovnávání v trojúhelníku párů.....	37
5.3	Tvorba modelu rozhodování .....	38
5.3.1	Matematický model .....	39
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>42</b>
<b>SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ .....</b>		<b>43</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>44</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>46</b>

## ÚVOD

Rozhodování je důležitá činnost v životě každého člověka. Denně se každý člověk potýká s procesem rozhodování, ať se jedná o volbu co si koupit ke svačině až po rozhodnutí, kde si vyřídít hypotéčního úvěru. Tedy i v každodenním životě se setkáváme s problémy snazšími a složitějšími. Umění dobře se rozhodnout bývá často základem úspěchu. Provádění rozhodování patří k nejdůležitějším průběžným činnostem manažera.

Z manažerského hlediska rozhodování dělíme na **operativní, taktické a strategické**. Toto členění je dáno podle úrovně a závažnosti. V oblasti operativního rozhodování jsou obvykle řešeny jednoduché a často se opakující úlohy. Ty jsou obvykle řešeny rutinními (zažitými) postupy. Na taktické a strategické úrovni rozhodování již existují problémy, které nemají rutinní postupy řešení a vyžadují individuální, tvůrčí řešení. Obvykle u těchto úloh neexistuje pouze jeden faktor, který by daný problém ovlivňoval, a to je také jeden z důvodů existence poměrně nové disciplíny odvětví optimalizace **vícekritériálního programování**.

Při rozhodování je možné používat různé metody a s nimi spojené postupy, které celý proces usnadní a slouží jako podpora rozhodovacího procesu. Obvykle se k řešení takových denních problémů využívá rámcový postup řešení. Do tohoto postupu se obvykle zapojují zkušenosti s podobnými problémy z minulosti. Tento způsob řešení problému se obvykle používá u běžných problémů. Složitým, často se opakujícím, novým a důležitým problémům je vhodné věnovat více pozornosti a dát si práci s jejich řešením.

Kromě heuristických existují také optimalizační metody. Patří mezi ně také **vícekritériální rozhodování**, do kterého se řadí **vícekritériální hodnocení variant a vícekritériální programování**.

V souvislosti s rozvíjejícím se významem technologií a velkým tlakem ze strany konkurence, musí společnosti vkládat stále více úsilí do plánování. Cílem je udržení se na trhu pomocí poskytování kvalitních výrobků a služeb. Proto je nyní více než kdykoliv jindy kladen velký důraz na rozhodování v oblasti zlepšování podnikových procesů.



Při každém kroku je nutné zvážit, zda je projekt technicky proveditelný a ekonomicky rentabilní.

Práce je rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické. V teoretické se čtenář seznámí se základními termíny - **proces rozhodování**, jeho prvky, **kvantitativní a kvalitativní analýza** a její proces. Druhá kapitola popisuje proces stanovení vah jednotlivých kritérií a důležitosti jednotlivých kritérií. K tomuto účelu se používají metody - **pořadí, známkovací, alokační, párového hodnocení, kompenzační a Saatyho metoda**. Třetí kapitola popisuje **vícekriteriální rozhodování** a obě jeho skupiny, především pak **vícekriteriální programování**.

V praktické části představíme podnik KS-Europe, s.r.o. Ten se zabývá kompletací reklamních zásilek, jejich přípravou k odeslání, výrobou katalogů metodou sešívání tištěných médií a zpracováním tiskových úloh. Hlavní náplní praktické části je oblast Lettershopu ve zkoumané společnosti. Důraz je kladen na obálkovací techniku, do které má být provedena zamýšlená investice. Jejím cílem snížení nákladů a zvýšení produktivity. Poměrně časté odstávky stojí z důvodu zvyšující se poruchovosti, vedly k rozhodnutí společnosti nahradit některé ze strojů novými. Výsledkem našeho snažení by mělo být zhodnocení zamýšleného řešení (stanovení kritérií rozhodování a aplikování metod vícekritériálního rozhodování na tomto případě).

## **CÍL PRÁCE**

Cílem této práce je popsat problematiku vícekriteriálního rozhodování, především vícekriteriálního programování. Dalším cílem práce je definovat problém rozhodování a využít metod vícekriteriálního rozhodování jako podporu rozhodovacího procesu. Třetím cílem je stanovit na základě těchto postupů doporučení pro rozhodovací proces.

## TEORETICKÁ ČÁST

### 1 Rozhodování

Rozhodování je činnost, s kterou se setkává každý člověk v běžném životě denně. Nejde pouze o jednu ze základních činností manažera na všech úrovních řízení. Udělat správné rozhodnutí není často jednoduché, zejména v případě, kdy je na výběr velké množství variant řešení. Jeho obsahem může být například snaha o optimalizaci využití času, volba použití nejefektivnější technologie při výrobě či výběr nejvýhodnějšího dodavatele zboží. K tomuto účelu je možné využít matematický aparát.

„Rozhodování je klíčem k úspěšnému řízení.“ [10, s. 6] Obecně se rozhodování definuje jako proces výběru z alespoň dvou variant řešení, přičemž výsledkem by měl být výběr právě jedné z těchto možností. V praxi se většinou dojde spíše ke vzniku nového, obvykle **kompromisního řešení**. [1]

#### 1.1 Rozhodovací proces (RP)

RP představuje sestavení jednotlivých kroků, které musí být provedeny a dokončeny při porovnávání variant a následném výběru **varianty optimální**. Optimální výběr je málokdy možné uskutečnit na základě jednoho hlediska, většinou musí splňovat více podmínek zároveň. V rozhodování nejsou důležité pouze subjektivní předpoklady, ale také zkušenosti s podobnými problémy z minulosti. [10]

RP začíná v okamžiku, kdy se objeví problém. Rozhodování zásadně zasahuje do procesu plánování. Důležitost rozhodovacích procesů je dána také tím, že se velmi výrazně promítá do následného fungování organizace a následně také do hospodářského výsledku. Špatné rozhodnutí může mít za následek i neúspěch organizace, domácnosti či celého národního hospodářství, tyto špatné důsledky lze jen těžko napravovat. [1, s. 3]

Rozhodovací procesy se člení především z hlediska míry složitosti na dobře a špatně strukturované problémy. [3]

- **dobře strukturovaný problém** - Řešení na ně jsou předem vypracované, existují pro ně rutinní postupy řízení a řeší se na operativní úrovni řízení.
- **špatně strukturované problémy** - Nový, neopakovatelný, vyžadují znalosti, zkušenosti a intuici řešitele. Rozhodovací problém většinou ovlivňuje větší množství faktorů.

Další členění rozhodovacích procesů je dle informací o stavech světa. Hlavním hlediskem je v tomto případě míra jistoty, že jednotlivé varianty nastanou. Toto členění dělí RP následovně: [9]

- **rozhodování za jistoty** - Představují případy, kdy jsou známé, jednoznačné informace o možných důsledcích jednotlivých variant a víme jistě, jaká situace nastane.
- **rozhodování za rizika** - Známe budoucí důsledky rozhodnutí a pravděpodobnosti jejich vzniku.
- **rozhodování za neurčitosti (nejistoty)** - Pokud nejsou tyto informace o pravděpodobnosti realizace stavů známé. Tuto nejistotu můžeme snížit pouze získáním dalších informací, zkušeností z podobných situací a tím dosáhnout rozhodování za rizika.

Dále je možné rozhodovací procesy členit dle faktoru času na **statické** a **dynamické**, dle počtu subjektů na **individuální** a **kolektivní**. Postupy řešení můžeme dále dělit na **algoritmizovatelné** a **nealgoritmizovatelné** nebo podle počtu kritérií na **jednokritériální** a **vícekritériální**.

Fotra určuje začátek rozhodovacího procesu jeho identifikací, tedy objevením, formulací a poznáním problému. Je třeba získávat, analyzovat a vyhodnocovat informace o podniku a jeho okolí. Následuje analýza a formulace rozhodovacího problému, kde se zkoumá problém do větší hloubky, stanovují se příčiny vzniku a cíle řešení. Další etapou je stanovení kritérií hodnocení variant, které pomáhají posuzovat možnosti řešení. Následně se vytvoří množina zkoumaných variant, stanoví se důsledky jednotlivých alternativ rozhodování na objekt RP. Výsledek se dále vyhodnotí a vybere se varianta určená k realizaci. Celý proces ukončuje realizace zvolené varianty a kontrola výsledků. [3, s. 14]

## **1.2 Prvky rozhodovacího procesu**

Mezi prvky RP, které determinují tento proces, patří vlastní objekt rozhodovatele (problém, situace, zařízení, pracovník, zákazník apod.), subjekt rozhodování (osoba nebo skupina osob, která má za úkol učinit rozhodnutí), cíle, kterého má být dosaženo, varianty řešení, kritéria výběru a možné důsledky těchto variant. [2, s. 6]

Kromě těchto základních prvků se v některých publikacích uvádí také prvek stav světa, který obsahuje budoucí situace, které mohou po realizaci varianty rozhodování nastat a ovlivňují tak důsledky této vybrané varianty vzhledem ke kritériím, může jít například o rentabilitu kapitálu či hodnotu poptávky představující možné rizikové situace. [3]

### **1.2.1 Objekt rozhodování**

Charakterizuje oblast, které se rozhodování týká. Tedy problém, situaci, zařízení, pracovníka, zákazníka, výrobní program apod.

### **1.2.2 Subjekt rozhodování**

„Rozhodovatelem je osoba nebo skupina osob, která má za úkol učinit rozhodnutí.“ [1, s. 4] V praxi se vyskytují situace a problémy, o kterých může rozhodnout jednatel, u jiných je vhodné, když rozhoduje skupina zainteresovaných osob. V některých případech je možné oddělit osobu zadavatele úlohy od jejího řešitele, což může přinést do řešení větší objektivnost. [8, s. 162]

### **1.2.3 Cíle rozhodování**

Lze charakterizovat jako stav, kterého by mělo být dosaženo po dokončení rozhodovacího procesu, tedy kterého má být dosaženo řešením. Obvykle není cíl pouze jeden, ale bývá jich více, navzájem propojených. Cíle je možné vyjádřit ve slovní nebo číselné podobě. Mohou být stanoveny jako **maximalizace**, **minimalizace**, případně jako konkrétní hodnota u určité veličiny. Rozhodování se většinou zabývá - zvýšení výrobní kapacity, kvality práce, získání nové technologie nebo proniknutí na nové trhy. Cíle musí být vždy kvantifikovatelné, měřitelné a časově určené. [3]

### **1.2.4 Kritéria rozhodování**

Volba kritéria neboli hlediska hodnocení, by měla vycházet z cílů a předmětu rozhodování. Slouží k posouzení vhodnosti jednotlivých variant rozhodování, patří tedy mezi základní prvky RP. Kritéria musí být volena tak, aby byla nezávislá. Měla by zahrnovat všechna hlediska výběru a nemělo by jich být mnoho, aby se problém nestal nepřehledným. Tato kritéria mohou mít různou povahu, je možné je vyjádřit **kvalitativně** nebo **kvantitativně**. [8, s. 163]

Výběr kritéria závisí například na předmětu podnikání společnosti, velikosti podniku, doby působení společnosti na trhu, ekonomické situaci, pozici na trhu, vztahu k zákazníkům i na dynamice vnějšího okolí firmy. Volbě kritéria je třeba věnovat náležitou pozornost. Ze souboru kritérií by měla být vyloučena ta, u kterých varianty

nabývají stejných hodnot dle zvolené důležitosti, případně se hodnoty variant mění pouze nepatrně. [4, s. 34]

Kritéria lze rozdělit z věcného hlediska následovně: [4]

- **ekonomická** - Zahrnují finanční, tržní a obchodní problematiku.
- **technická** - Zahrnují technické a technologickou problematiku.
- **sociální** - Zahrnují lidskou stránku problému.
- **ekologická** - Zahrnují dopady na životní prostředí a zdraví osob.

Jiné členění může být na základě **peněžního** a **nepeněžního** vyjádření. Dále je volba kritéria silně ovlivněna typem RP, znalostmi a zkušenostmi rozhodovatele, jeho prioritami, ochotou riskovat a podmínkami pro rozhodování.

Kritéria lze dále dělit podle úrovně žádoucí hodnoty na dvě skupiny a to: [4]

- **maximalizační** (výnosy, zisk, výkon stroje)
- **minimalizační** (náklady, ztráta, poruchovost stroje)

Vždy je vhodné převést všechna kritéria na stejný typ.

### 1.2.5 Varianty řešení

„Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování. Přípustná varianta je varianta, která je realizována a která není logickým nesmyslem.“ [1, s. 4] Varianty představují jednotlivé alternativy, které povedou k dosažení předem stanovených cílů. Souhrn všech variant se označuje jako **rozhodovací pole**. [1, s. 7]

Hlavním smyslem porovnávání variant je hledání optimálního řešení, v praxi se obvykle jedná o výběr tzv. **preferované varianty**. S možnostmi řešení úzce souvisí také jejich důsledky, tedy jejich dopady na systém. Výsledné varianty by měli být vhodným řešením a musí být dosažitelné. [8, s. 163]

Při definování variant, stejně jako u stanovování kritérií hodnocení dochází často k problému v podobě nespecifikování všech cílů, jichž se má řešením dosáhnout. Aplikací zažitého postupu na známý problém je snadné, ale hledání nových řešení je často výhodnější. [4]

Jestliže v rozhodovací situaci existuje jedna nedominovaná varianta, pak je **optimální variantou**. V případě, že je nedominovaných variant více, aplikují se metody na výběr

**kompromisní varianty.** Ta představuje jedinou nedominovanou variantu, která je doporučena k řešení. [1, s. 7]

Nalezení kompromisní varianty se považuje za cíl rozhodování při řešení vícekritériálních úloh. Jedná se o dosažení kompromisu mezi navzájem často protikladnými požadavky, které jsou ovlivněny preferencemi rozhodovatele. [5, s. 274]

Za ideální se považuje ta varianta, která dosahuje ve všech kritériích nejlepší možné hodnoty. [1, s. 7] **Bazální varianta** je ta varianta, jejíž ohodnocení je nejhorší podle všech kritérií na množině přípustných řešení. [5, s. 293]

### 1.3 Kvalitativní a kvantitativní analýza

Problémy lze analyzovat ze dvou možných základních hledisek. Pomocí **kvalitativní analýzy**, která je založená na manažerských zkušenostech a úsudcích vedoucích pracovníků nebo pomocí **kvantitativní analýzy**, která je založená na matematických technikách. Přičemž je při rozhodování dobré brát v potaz obě tyto hlediska a teprve na základě shrnutí a vyhodnocení stanovit vlastní rozhodnutí. [7, s. 10 - 11]

Kvalitativní analýza rozebírá problém na základě znalostí a zkušeností manažera, který se v dané problematice orientuje a dává si za cíl vyřešit daný problém. Rozhodnutí se hodnotí z hlediska možných dopadů tohoto rozhodnutí na celý systém. Klíčové jsou v tomto případě zkušenosti, znalosti a odhad manažera. [6, s. 11]

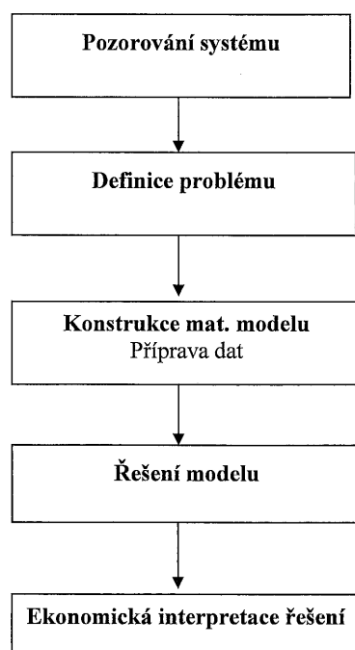
Kvantitativní analýza rozebírá problém pomocí kvantitativních dat (údajů v numerické podobě). Pomocí těchto údajů a vazeb mezi nimi je možné sestavit kvantitativní model zkoumaného systému. Jeho následným řešením lze získat podklady pro vlastní rozhodnutí. Důležitou roli v tomto případě hraje znalost různých matematických technik a schopnosti sestavit vhodný model. [7, s. 10]

Kvantitativní analýzu je vhodné použít především v případech, kdy je problém složitý, tedy těžko se hledá řešení bez pomoci kvantitativních specialistů, kteří problém vnesou do vhodného modelu. Dále v případě řešení velmi důležitých problémů, spojených například s vysokými náklady. U nového problému, s jehož řešením nemá manažer zkušenosti, je také vhodné mít výsledky kvantitativní analýzy jako podklad pro rozhodování. Není nutné se také zabývat stále se opakujícími problémy, pokud se použití kvantitativních technik osvědčilo, ušetří se tím čas i úsilí. [7, s. 11]

Obě analýzy se zásadně liší z hlediska měřitelnosti kritérií. Hodnoty variant kvalitativních kritérií nelze objektivně změřit, jde o hodnoty subjektivně odhadnuté uživatelem. Hodnoty variant kvantitativních kritérií tvoří naopak objektivně měřitelné údaje. [1]

#### 1.4 Prvky kvantitativní analýzy

Obrázek 1 Proces kvantitativní analýzy



[6, s. 11]

##### 1.4.1 Pozorování systému

V prvním kroku kvantitativní analýzy je nutné vymezit zkoumaný systém a jeho okolí. Je důležité popsat co nejpřesněji současný stav, zjistit dostupnost a kvalitu informačních podkladů, organizační předpoklady a kvalifikaci pracovníků. Sběru informací a podkladů je třeba věnovat zvýšenou pozornost. V tuto chvíli by měl být analytik schopen odhadnout efekt výsledného řešení problému. [10, s. 10]

Na základě znalosti prostředí a jeho následného pozorování, je možné v rámci systému odhalit problémy. [6, s. 12]

##### 1.4.2 Definice problému

Po odhalení problému je nutné zjistit všechny souvislosti a faktory, které jsou s ním spjaté a které by mohly ovlivnit řešení. [6, s. 12]



### 1.4.3 Konstrukce modelu a příprava dat

Konstrukce matematického modelu je založena na transformaci ekonomického modelu pomocí matematických výrazových prostředků. Model by měl skutečně odpovídat pozorovanému systému, měl by zjednodušovat realitu, ale přitom zobrazovat systém s dostatečnou přesností, aby dovolovala zkoumání. Stupeň zjednodušení by měl odpovídat problému, který bude modelován, podle tohoto stupně je dáno, co bude či nebude zahrnuto do modelu. [10, s. 11]

V této fázi se definují proměnné, jejich definiční obor, sestavují se omezující podmínky, určuje se účelová funkce, která představuje kritérium pro výběr optimálního řešení. [6, s. 12]

V praxi je důležité najít správný kompromis mezi zjednodušením zkoumané reality a kvalitou výsledku získaného z modelu. V operačním výzkumu existuje řada vypracovaných a již vyzkoušených modelů, které usnadňují práci tím, že je možné aplikovat hotový model.

Ke zjednodušení modelu může dojít více způsoby, pro tento účel je možné použít: [10, s. 13]

- vyloučení či nezahrnutí některých proměnných
- agregaci proměnných
- substituci skutečných proměnných aproximativními veličinami
- pozměnění funkčních vztahů mezi proměnnými

Modely se odlišují různou náročností na rozsah a kvalitu vstupních údajů, s tím souvisí i náročnost způsobu získávání podkladů. Obvykle se tyto informace získávají ze statistických šetření, z operativně technické evidence, účetnictví, zpráv, rozborů, anket či rozhovorů s příslušnými pracovníky. [10, s. 13]

### 1.4.4 Řešení modelu

Na základě předem zvoleného kritéria se nalezne optimální (nejlepší) řešení. V praktickém rozhodování se mnoho modelů řeší heuristickými metodami kvůli velké složitosti. Díky rozvíjejícím se technologiím je možné tento proces zjednodušit. Oblíbenou variantou bývá využití moderního softwarového vybavení. [6, s. 12]

Jedním z možných postupů řešení je metoda integrační, která je založena na principu řešení po etapách. Začíná získáním tzv. **přípustného řešení**, které vyhovuje všem

omezujícím podmínkám modelu, a následným použitím algoritmu, který zaručuje postupné zlepšování tohoto řešení. [10, s. 14]

V případě selhávání analytických metod je možné využít simulační techniku, která je založena na experimentování s modelem. Výhodou použití simulace je, že lze pozorovat více proměnných než přímo na zkoumaném systému i v podmínkách, které již neexistují. Následné vyhodnocování je podstatně rychlejší. [10, s. 14]

#### **1.4.5 Ekonomická interpretace řešení**

„Řešení kvantitativní analýzy je obvykle numericky vyjádřené, je proto nutné zpětně interpretovat výsledek pro původní reálný problém.“ [6, s. 12]

Během celého procesu, kdy je sestavován model je nutné ověřovat jeho kvalitu. Na základě interpretace dosažených výsledků se po sestavení modelu přezkouší funkce modelu. Tímto krokem přecházíme od abstraktního ke konkrétnímu. Na základě nalezeného optimálního řešení zde zjistíme, jak selepší funkce modelového systému a jak je toto řešení stabilní. [10, s. 14 - 15]

Po interpretaci řešení následuje implementace, tedy realizace řešení získaného podle zvoleného modelu. V této konečné fázi je důležité zvážit důsledky faktorů, které nejsou v modelu obsaženy. Musí se zde brát v úvahu změny systému v čase, protože postupem času ztrácí tato řešení efektivnost v zavádění do praxe. [10, s. 15]

## **2 Stanovení vah kritérií**

Určení vah kritérií v podstatě spočívá ve stanovení jejich významnosti. Je důležité, aby tyto váhy nebyly zkreslené, protože by to znehodnotilo výsledky. K určení vah jednotlivých kritérií existuje řada metod. Rozlišují se podle toho, která osoba provádí hodnocení na dvě skupiny: [6, s. 274]

- metody pro **závislé stanovení vah**, kde jsou členové týmu mezi sebou v kontaktu
- metody pro **nezávislé stanovení vah**, kde hodnocení provádí členové týmu nezávisle na sobě (případně jedinec)

Množinu kritérií je možné vyjádřit buď **explicitně** (výčtem), nebo **implicitně** (stanovením podmínek). Následný výběr varianty se také odlišuje formou stanoveného

rozhodnutí. K těmto metodám patří seřazení alternativ podle přiblížení k optimálnímu řešení nebo vyhodnocení variant na vyhovující a nevyhovující.

Modelování preferencí rozhodovatele je důležitou součástí sestavování modelu vícekritériálního rozhodování. V tomto případě rozhodovatel musí určit jednak preference mezi jednotlivými kritérii (jejich důležitost pro rozhodovatele), ale také preference mezi alternativami jednotlivých kritérií a jejich agregace pro vyjádření preferencí. [2, s. 33]

## **2.1 Preference mezi kritérii**

Fiala, Jablonský a Maňas uvádí, že existují tři přístupy, jak modelovat preference mezi kritérii a s tím související požadavky na typy informací. Vyjádřit důležitost jednoho kritéria v porovnání s ostatními. [2]

### **2.1.1 Aspirační úrovně kritérií**

Představují hodnoty, jichž by měla alespoň jedna varianta hodnocená podle daných kritérií dosáhnout. V případě změny aspirační úrovně rozhodovatel upřesňuje své preference, tak aby výsledkem mohla být kompromisní alternativa. [2, s. 33]

### **2.1.2 Ordinální informace**

Ordinální informace umožňují uspořádat kritéria dle důležitosti. Přičemž několik kritérií může být stejně hodnocených. [1, s. 9]

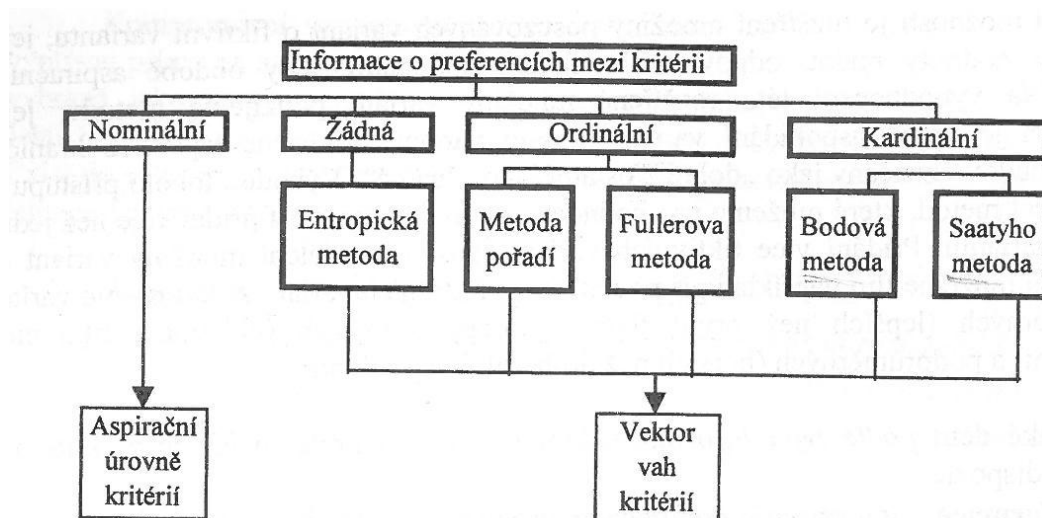
### **2.1.3 Váhy kritérií (kardinální informace)**

„Většina metod vícekritériálního rozhodování vyžaduje informaci o relativní důležitosti jednolitých kritérií, kterou můžeme vyjádřit pomocí vektoru vah kritérií.“ [2, s. 34] Platí pravidlo, čím je kritérium důležitější, tím je vyšší i jeho váha. Váhy bývají **nenormované** nebo **normované**. Normované váhy mají v součtu hodnotu jedna.

## **2.2 Metody určení vah kritérií**

Přiřazení vah je jeden ze základních úkolů při řešení vícekritériálních úloh. Váha kritéria vyjadřuje číselný odraz jeho významnosti, tedy důležitost pro sledovanou situaci. Její přesné určení bývá většinou velmi obtížné, proto nezřídka kdy využíváme jednu z následujících metod (doporučuje se, aby součet vah byl roven jedné). [1, s. 9]

**Obrázek 2 Metody kvalifikace preferencí mezi kritérii**



[1, s. 10]

### 2.2.1 Metoda pořadí

Je velice jednoduchá, je založená na seřazení parametrů. Vyžaduje pouze ordinální informaci. Toto seřazení se provádí určením místa kritéria v pořadí, nejdůležitějšímu kritériu je přiřazeno první místo - hodnota  $k$  ( $k$  je počet kritérií), nejméně důležité je ohodnoceno číslem jedna. Nevýhodou této metody je, že nepostihuje rozdílnost v intenzitě důležitosti jednotlivých kritérií. [5, s. 275]

Vzorec odhadu váhy kritéria [5, s. 275]

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^k b_i} \quad (1)$$

kde:  $v_i$  ... normovaná váha  $i$ -tého kritéria

$b_i$  ... počet označení

### 2.2.2 Metoda známkovací

Bývá někdy označována jako bodovací. Je velmi podobná metodě pořadí. Zde se kritéria řadí podle zvolené známkovací stupnice, například od 1 do 10, čím je kritérium důležitější, tím je známka ohodnocení vyšší. Znamky jsou přiřazovány podle důležitosti kritérií, nejvyšší hodnotu mají nejvýznamnější kritéria, přičemž je možné přiřadit stejnou známku více kritériím. Vzorec je stejný jako u metody pořadí, přičemž  $p_i$  představuje bodové ohodnocení a nahrazuje počet označení. Na rozdíl od metody

pořadí tento postup umožňuje diferencovanější vyjádření subjektivních preferencí. [5, s. 275]

### **2.2.3 Alokační metoda**

Občas bývá nazývána metodou alokací 100 bodů nebo také Metfesselova alokace. Rozhodovatel má k dispozici 100 bodů, což lze chápat také jako procenta, které rozdělí mezi jednotlivá kritéria podle jejich významnosti. Základem je postupné rozdělení celkového počtu bodů na hlavní kategorie a dále na jednotlivá kritéria, jedná se o další metodu, která je založena na stejném principu jako bodovací metoda, je rychlá, ale výsledek bývá silně subjektivní. [4]

### **2.2.4 Metoda párového hodnocení**

Tento postup je založen na vzájemném porovnávání všech kritérií. Srovnání se provádí v tzv. Fulletově trojúhelníku. Hodnotitel tímto způsobem z každé dvojice vybere preferované kritérium (je možné označit obě).

„Rozhodovateli se předloží trojúhelníkové schéma, jehož dvojřádky tvoří dvojice pořadových čísel uspořádaných tak, že se každá dvojice kritérií vyskytne právě jedenkrát.“ [2, s. 35] Zvýraznění vybraného kritéria se provede například zakroužkováním. Tato metoda je vhodná pro větší počet kritérií a snižuje subjektivní chyby rozhodovatele.

### **2.2.5 Saatyho metoda**

Patří mezi nepoužívanější postupy odhadu vah kritérií. Podobně jako u metody párového hodnocení, také využívá kvantitativního párového srovnání kritérií. Rozhodovatel porovnává všechny možné dvojice kritérií. Stupně důležitosti se hodnotí celočíselně na stupnici od 1 do 9, kde hodnota 1 vyjadřuje, že dvojice kritérií má stejnou důležitost; hodnota 3 vyjadřuje slabě preferované kritérium i před j, hodnota 5 již vyjadřuje silně preferované kritérium i před j, hodnota 7 velmi silně preferované kritérium i před j a hodnota 9 absolutně preferované kritérium i před j.

„Prvky matice lze interpretovat jako odhady podílu vah i-tého a j-tého kritéria.“  
[5, s. 276]

$$S_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}$$

(2)

kde:  $i, j = 1, 2, \dots, k$

### 2.2.6 Kompenzační metoda

Se využívá v případě, kde jsou důsledky kritérií přibližně stejné, tedy kdy rozdíl mezi nejlepší a nejhorší hodnotou je relativně malý, takže kritérium nebude mít příliš velký význam, přestože rozhodovatel ho může považovat za velmi podstatné. V této metodě hodnotitel představí hypotetickou variantu, která má nejhorší možné důsledky. Nejprve se prvnímu kritériu, které je považováno za nejdůležitější přiřadí hodnota nejvyšší, analogicky dále se ohodnotí kritéria následující dle hladiny významnosti změn důsledků variant. Následně dojde k porovnání zlepšení prvního kritéria z nejhorší možné varianty na nejlepší se zlepšením druhého kritéria z nejhorší hodnoty na nejlepší. Porovnáním změn prvního kritéria se změnami u všech ostatních kritérií se výsledné váhy znormují.

## 3 Vícekriteriální rozhodování

Obvyklé rozhodovací problémy berou v úvahu pouze jedno hodnotící kritérium, s tímto jedním kritériem je popsáno mnoho modelů a metod, které slouží k nalezení optimálního řešení, tedy zvolení nejvhodnější varianty. U úloh vícekriteriálního rozhodování je možné zohlednit více kritérií, tím se více blíží situacím v běžném životě, kde je nutné brát v úvahu více možností. Kritéria v těchto případech nebývají ve vzájemném souladu, jedna varianta je podle jednoho kritéria hodnocena jako nejlepší a podle jiného kritéria není hodnocena dobře, jedná se o podobný rozpor, který je mezi maximalizací zisku a minimalizací nákladů.

Úlohy vícekriteriálního rozhodování se dělí na dvě skupiny podle definice množiny přípustných rozhodovacích variant. V případě, že je tato množina určena konkrétním seznamem (výpisem variant), jedná se o úlohy **vícekriteriálního hodnocení variant**. Druhá možnost nastává, jestliže je množina zadána soustavou omezujících podmínek

a ohodnocením jednotlivých variant, mají tedy nekonečně mnoho prvků, v tom případě hovoříme o **vícekriteriálním programování**.

Podle informačního hlediska dělíme úlohy vícekriteriálního rozhodování do čtyř skupin, a to na úlohy s možností **skalarizace množiny kritérií** (tedy s kardinální informací o kritériích), **úlohy bez informace umožňující skalarizaci** (tzv. nedominovaná řešení), úlohy s informací získanou v průběhu řešení a **parametrická řešení**. Rozhodovací metoda lze současně zařadit do více skupin. [2, s. 16]

### 3.1 Vícekriteriální programování

Je odvětvím optimalizace. Tato disciplína operačního výzkumu se zabývá analýzou rozhodovacích úloh, ve kterých je více variant řešení. Jedná se o poměrně mladou disciplínu. V praktických situacích je třeba brát v úvahu během rozhodování více rozhodovacích (optimalizačních) kritérií. Zohledněním více možností při hodnocení vede k větší přesnosti, k lepšímu popisu problému zvoleným modelem. V případě, že by všechna kritéria ústila ke stejnému řešení, bylo by dostatečné zvolit nejvhodnější rozhodnutí pro jedno z nich. [8, s. 162]

„Úlohy vícekriteriálního programování jsou úlohy, ve kterých se na množině přípustných řešení optimalizuje několik skalárních účelových funkcí.“ [5, s. 288]

Matematický model obecné úlohy vícekriteriálního programování s  $m$  omezujícími podmínkami,  $n$  proměnnými a  $k$  kritérii lze formulovat:

„maximalizovat“

$$Z_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$Z_2 = f_2(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

:

$$Z_k = f_k(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

(3)

za podmínek

$$g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0,$$

$$g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0,$$

⋮

$$g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0,$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n,$$

kde:  $n$  ... počet proměnných

$m$  ... počet vlastních omezení

$k$  ... počet kritérií

funkce  $f_1, f_2, \dots, f_k$  a  $g_1, g_2, \dots, g_m$  jsou známé funkce proměnných  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . [2, s. 185]

„Symbol „maximalizace“ je úmyslně uveden v uvozovkách, protože nelze jednoznačně definovat, co se rozumí současnou maximalizací několika účelových funkcí.“ [5, s. 288]

Za řešení dané úlohy se dá považovat nalezení vektoru  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , který vyhovuje soustavě omezujících podmínek a současně dosahuje nejvyšších hodnot  $f_1, f_2, \dots, f_k$ . [2, s. 185]

Je nutné nalézt extrémy  $k$  kritériálních funkcí. Ve funkcionálním vyjádření lze model zapsat: [1, s. 69]

$$\mathbf{F}(\mathbf{x}) \rightarrow \max$$

$$\mathbf{x} \in \mathbf{X} = \{\mathbf{x} \in R^n / \mathbf{G}(\mathbf{x}) \leq \mathbf{b}\}$$

(4)

kde:  $\mathbf{X}$  ... množina přípustných řešení

$\mathbf{x}$  ... vektor proměnných

$\mathbf{F}$  ... vektor kritériálních funkcí

$\mathbf{G}$  ... vektor levých stran omezujících podmínek

$\mathbf{b}$  ... vektor pravých stran



V maticovém vyjádření tento model bude vypadat: [1, s. 70]

$$Cx \rightarrow \max$$

$$x \in X = \{x \in R^n / Ax \leq b, x \geq 0\}$$

(5)

kde: **X** ... množina přípustných řešení

**x** ... vektor proměnných

**C** ... matice cenových koeficientů kritériálních funkcí

**A** ... matice koeficientů omezujících podmínek

**b** ... vektor pravých stran

### 3.1.1 Prvky modelu lineárního vícekritériálního programování

- „Vektor proměnných  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T \in R^n$ , který popisuje jednotlivé složky hledaného rozhodnutí.
- Omezující podmínky  $Ax \leq b$ ,  $i = 1, \dots, m$ , které popisují reálná omezení hledaných rozhodnutí.
- Vektor účelových nebo kritériálních funkcí  $z(x) = Cx$ , který popisuje cíle, kritéria hledaného rozhodnutí.“ [1, s. 71]

### 3.1.2 Varianty řešení vícekritériálního lineárního programování

„Libovolné přípustné řešení  $x^p \in X$  je charakterizováno vektorem kritériálních hodnot  $(c^1 x^p, c^2 x^p, \dots, c^k x^p)$ . Jestliže  $x^p \in X$  a  $x^q \in X$  jsou libovolná přípustná řešení úlohy vícekritériálního lineárního programování.“ [5, s. 289]

„Přípustné řešení  $x^p$  je nedominovaným (efektivním) řešením úlohy, pokud neexistuje žádné jiné přípustné řešení, které by jej dominovalo.“ [1, s. 72]

- „řešení  $x^p$  **dominuje** řešení  $x^q$ , jestliže platí

$$(c^1 x^p, c^2 x^p, \dots, c^k x^p) \geq (c^1 x^q, c^2 x^q, \dots, c^k x^q) \quad (6)$$

- řešení  $x^q$  **dominuje** řešení  $x^p$ , jestliže platí

$$(c^1 x^q, c^2 x^q, \dots, c^k x^q) \geq (c^1 x^p, c^2 x^p, \dots, c^k x^p) \quad (7)$$

- řešení  $x^p$  a řešení  $x^q$  jsou navzájem **nedominovaná**

Řešení  $\mathbf{x}^p \in X$  je nedominovaným řešením úlohy vícekritériálního lineárního programování pokud neexistuje jiné přípustné řešení, které by jej dominovalo.“ [5, s. 289]

„Kompromisní řešení je přípustné nedominované řešení modelu vícekritériálního programování získaného vhodným postupem, které je prakticky přijatelné.“ [1, s. 75]

Dílčí optimální řešení představují řešení optimalizační úlohy, které splňuje všechny omezující podmínky a optimalizuje jedno z kritérií modelu. Tato řešení v sobě neobsahují vícekritériální pohled na problém. Dílčí optimalizační řešení mají spíše analytický význam. [1, s. 85]

„Ke každému modelu vícekritériálního lineárního programování je možno sestavit  $p$  jednokritériálních optimalizačních modelů a najít jejich řešení.“ [1, s. 85]

**Tabulka 1 Kritériální matice obsahující dílčí optimální řešení**

		kritériální funkce			
		$f_1(x)$	$f_2(x)$	...	$f_p(x)$
dílčí řešení	$X^1$	$Z_{11}$	$Z_{12}$	...	$Z_{1p}$
	$X^2$	$Z_{21}$	$Z_{22}$	...	$Z_{2p}$
	...	...	...	...	...
	$X^p$	$Z_{p1}$	$Z_{p2}$	...	$Z_{pp}$

(Zdroj: 1, s. 86)

Z tabulky 1 je vidět, že nejlepší hodnoty jednotlivých kritérií jsou na diagonále, ta tedy představuje ideální řešení. Bazální řešení je dáno nejhoršími hodnotami kritérií v jednotlivých sloupcích tabulky. [1, s. 86]

### 3.1.3 Metody řešení vícekritériálního lineárního programování

Cílem úlohy vícekritériálního programování je nalezení kompromisního řešení, které je vždy nedominované. Pro výpočet je možné použít základní principy, které vedou k řešení jedné či několika standardních úloh lineárního programování. Běžně se řešení provádí **simplexovou metodou** případně pomocí grafického řešení. [5, s. 289]

Výpočetní metody se dělí primárně na: [1, s. 79]

- **s preferenční informací a posteriori** – nepožaduje preferenční informaci a spočívá v částečném nebo úplném popisu množiny  $X_N$  všech nedominovaných řešení problému,

tento způsob využívá vícekritériálního simplexového algoritmu a parametrické metody

- **s postupným zpřesňováním preferenční informace** – metody založené na dialogu mezi rozhodovatelem a řešitelem, analytik na základě dodatečných informací hledá průběžné řešení, rozhodovatel zde podává informace tak dlouho, dokud není spokojen s dosaženým řešením a zvolí ho za kompromisní, tento způsob využívá GD metodu – kde je explicitně vyjádřená hodnota záměny, na principu maximalizace užitku a metodu Stem – kde je implicitně vyjádřená hodnota záměny na principu minimalizace vzdálenosti od ideální varianty
- **s kombinovaným způsobem zadáváním preferenční informace** – využívá kombinaci vhodných postupů ostatních metod
- **s preferenční informací a priori** – vyžaduje preferenční informace předem

### 3.1.3.1 Princip agregace účelových funkcí

Agregace představuje sloučení všech kritérií pomocí vhodného operátoru do jednoho kritéria. Základní formy agregace jsou **součinná** (podílová) nebo **součtová** (rozdílová). Operátorem agregace je konvexní lineární kombinace kritérií. [1, s. 90]

Jedná se o princip založený na tom, že ohodnotíme důležitost účelových funkcí váhami  $v_1, v_2, \dots, v_k$ ,  $\sum v_i = 1$ . Namísto úlohy zapsané maticově: [5, s. 290]

„maximalizovat“

$$z_1 = c^1 x$$

$$z_2 = c^2 x$$

:

$$z_k = c^k x$$

(8)

za podmínek

$$X = x \in R^n \quad Ax \leq b \geq 0$$

se řeší běžná úloha lineárního programování:

maximalizovat

$$z = \sum_{i=1}^k v_i c^i x$$

(9)

Takto získáme vždy **nedominované řešení** (předpokládáme nezápornost všech vah účelových funkcí). [5, s. 290]

### 3.1.3.2 Kompromisní řešení podle minimální komponenty

Je princip, který bude maximalizovat minimální (tedy nejhorší) hodnotu ze všech funkcí. [5, s. 290]

Tato metoda nevyžaduje zadání preferenčních informací o důležitosti jednotlivých kritérií, všechna jsou považována za rovnocenná. Provádí se na základě porovnávání hodnot jednotlivých kritérií mezi sebou, tyto hodnoty musí být srovnatelné, případně se musí jednat o relativní hodnoty. [1, s. 95]

„Označíme-li tuto minimální komponentu  $\delta$ , potom lze kompromisní řešení podle minimální komponenty najít jako řešení následující úlohy lineárního programování: [5, s. 290]

maximalizovat

$$z = \delta$$

(10)

za podmínek

$$c^1 x \geq \delta$$

$$c^2 x \geq \delta$$

:

$$c^k x \geq \delta$$

$$x \in X$$

### 3.1.4 Minimalizace vzdálenosti odchylek od ideálních hodnot

„Ideální hodnotu pro  $i$ -tou účelovou funkci označíme  $z_i^{opt}$ . Jedná se o optimální hodnotu této účelové funkce na množině přípustných řešení. Ideální hodnotu by bylo možné získat optimalizací příslušné účelové funkce běžnou simplexovou metodou.“ [5, s. 209]

U této metody je vhodné převést všechna kritéria na maximalizační. K tomu je možné využít vztah:

$$\max f(\mathbf{x}) \leftrightarrow \min (-f(\mathbf{x}))$$

Aby nevycházely záporné hodnoty, k čemuž by při otočení znamének došlo, k otočené funkci je možné přičíst takovou hodnotu, která zaručí nezápornost. Tuto operaci je možné provést dvěma způsoby. Jednou z možností je provedení prosté maximalizace účelové funkce, kterou chceme minimalizovat, a od získané hodnoty se bude odečítat. Druhou možností je ve výsledcích dílčích optimalizací nalézt „nejhorší“ hodnotu, jaké by účelová funkce nabyla. [1, s. 97]

„Při použití tohoto principu hledáme takové kompromisní řešení, které bude minimalizovat vážený součet odchylek od ideálních hodnot. Budeme tedy řešit úlohu lineárního programování: [5, s. 209]

minimalizovat

$$z = \sum_{i=1}^k v_i (z_i^{opt} - c^i \mathbf{x})^r \quad (11)$$

za podmínek

$$\mathbf{x} \in X$$

Řešení tohoto modelu závisí na hodnotě parametru  $r$ . „Metoda minimální komponenty je vlastně speciálním případem tohoto postupu s parametrem  $r = \infty$ . Naopak, je-li  $r = 1$ , dostaneme se k postupu agregace kriteriálních funkcí pomocí váženého součtu kritérií. V obou těchto případech dostaneme pomocný lineární jednokriteriální model, který řešit umíme. V případě, že parametr  $r$  je větší než jedna a neplatí, že  $r = \infty$ , dostáváme nelineární optimalizační model, který je v praktických případech velmi těžko řešitelný.“ [1, s. 97]

### 3.1.5 Cílové programování

Velmi často se používá k získání kompromisního řešení úlohy vícekriteriálního lineárního programování. U této metody je smyslem optimalizace vyhledat kompromisní řešení, které se nejvíce blíží minimalizaci odchylek od cílových hodnot. „Pro každou kriteriální funkci uživatel předem zadává požadovanou cílovou úroveň, které by měla dosáhnout.“ [1, s. 98] Vstupními údaji jsou cílové hodnoty kritérií a určené preference jednotlivých cílových hodnot.

Obecný model váženého cílového programování lze zapsat: [1, s. 99]

minimalizovat

$$Z = \sum_{i=1}^p (v_i^- d_i^- + v_i^+ d_i^+)$$

za podmínek

$$c_i^T x + d_i^- - d_i^+ = y_i^0; i=1, 2, \dots, p$$

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0; d_i^- \geq 0; d_i^+ \geq 0$$

$$d_i^- d_i^+ = 0$$

(12)

kde:  $d_i^- d_i^+ \dots$  proměnné nedosažení a překročení

$v_i^- v_i^+ \dots$  jejich váhy

### 3.2 Vícekriteriální hodnocení variant

Je jeden ze způsobů řešení problému v ekonomických systémech. Prakticky možných řešení bývá často málo. [5, s. 272]

Zabývá se problematikou vybírání jedné nebo více variant z množiny přípustných řešení a jejím následným doporučením k realizaci. Objektivnost postupování bývá podporována používáním aparátu různých postupů a metod analýzy variant. Využívání těchto postupů má výhody především v tom, že osoba analytika nebývá zainteresována na výsledku rozhodnutí, tato skutečnost zaručuje, že analytik postupuje objektivně. S tím bývá bohužel také spojená nevýhoda. Analytik nebývá obeznámen se všemi detaily řešené úlohy. Výsledek tedy nemusí být prakticky nejlepší variantou, ta může

být některá z následujících v pořadí. Především u malých rozdílů hodnot rozhodovacích kritérií. [8, s. 162] V současnosti se využívá velké množství metod vícekritériálního hodnocení alternativ založených na různých principech.

Variant, které by měly praktické využití, nebývá mnoho. Vyhodnocování variant se dosud v praxi často nepoužívá, pravděpodobně pro značnou pracnost. V tomto případě je důležitá analýza rozhodovacího problému a jeho následný rozklad na problémy menší, což je v souladu s přirozeným stylem myšlení. Použití vícekritériálního přístupu se používá při řešení **slabě strukturovaných** nebo **nestrukturovaných problémů**, pro které neexistují standardní postupy řešení, ale jejich řešení vyžaduje tvůrčí způsob, rozsáhlé zkušenosti, znalosti a intuici. [10, s. 19]

„V těchto modelech je dána konečná množina  $m$  variant, které jsou hodnoceny podle  $n$  kritérií. Cílem je najít variantu, která je podle všech kritérií celkově hodnocena nejlépe, variantu kompromisní, případně seřadit varianty od nejlepší po nejhorší nebo vyloučit neefektivní varianty.“ [8, str. 162]

### 3.2.1 Varianty řešení vícekritériálního hodnocení variant

- varianta  $X_i$  **dominuje** variantu  $X_j$   
„nastává v případě, jestliže kritériální hodnoty varianty  $X_i$  jsou lepší či stejné jako kritériální hodnoty  $X_j$  a obě varianty nejsou stejně hodnocené podle všech kritérií“ [5, s. 273]
- varianta  $X_j$  **dominuje** variantu  $X_i$   
„nastává v případě, jestliže všechny kritériální hodnoty varianty  $X_j$  jsou lepší nebo stejné jako kritériální hodnoty varianty  $X_i$  a obě varianty nejsou stejně hodnocené podle všech kritérií“ [5, s. 274]
- varianty  $X_i$  a  $X_j$  jsou **nedominované** – mezi nedominované varianty patří kompromisní varianta  
„jestliže neplatí ani jedna z předcházejících možností“ [5, s. 274]

## PRAKTICKÁ ČÁST

### 4 O společnosti

Společnost KS Europe s. r. o. byla založena 20. července 1995 zápisem do obchodního rejstříku v Plzni. Mateřskou společností je společnost Heinrich Heine Beteiligungs GmbH, která vlastní 100% podíl. [12] Předmětem činnosti společnosti je dle obchodního rejstříku především balení zásilek, provoz skladu, zpracování dat, reklamní činnost, vázání a konečné zpracování knih a koupě zboží za účelem dalšího prodeje. [11] V současné době má tato společnost 844 zaměstnanců, z čehož je 20 vedoucích pracovníků. Obrat společnosti za účetní období 2011/2012 činil 796 842 tis. Kč, přičemž v této společnosti účetní období stanoveno od března do února dalšího roku.

Společnost tvoří dva výrobní závody. Provoz ve Štáhlavech se zabývá činností v oblasti Lettershopu, Printshopu a sešívání katalogů. Provoz v Křimicích je zaměřený na zpracování vrácených zásilek, činnost typu Flatpack, internetový prodej textilního zboží a evidenci dat. [12]

#### 4.1.1 Historie společnosti

Historie této společnosti sahá do roku 1972, kdy začala kompletovat reklamní zakázky a balit katalogy v Karlsruhe v Německu.

V roce 1995 byla založena společnost KS Katalog-Servis ve Štáhlavech, obci vzdálené 14 km jižně od Plzně, v tomto roce společnost začala pracovat v oblasti Lettershopu. Činnost společnost v České republice začala pouze s dvěma fóliovacími stroji a patnácti spolupracovníky. V roce 1998 došlo k zahájení výrobního provozu ve Štáhlavské pobočce a zároveň rozšíření činnosti společnosti o oblasti Printshopu. V této části provozu se tiskne na přední i zadní stranu popis či adresa. V roce 2000 došlo k rozhodnutí zbudovat novou skladovou halu. [11]

V roce 2001 byla zahájena činnost v provozu Plzeň – Křimice. V roce 2005 se činnost společnosti rozšířila o oblast šití katalogů a následně o rok později došlo k rozšíření o oblast zpracování dat. V roce 2008 byla uvedena do provozu nová hala společnosti v provozovně ve Štáhlavech. O rok později ve spolupráci s partnerským provozem v Curychu došlo k rozšíření předmětu činnosti o zpracování zboží a call centra pro švýcarský trh, které v současnosti získá okolo 2 milionů kontaktů ročně. V roce 2010 získala společnost certifikace podle normy **ISO 14001**, tedy certifikaci systému



environmentálního managementu, a dále rozšířila svou činnost o služby zakázkového balení. V roce 2011 došlo ve spolupráci se Švýcarskou poštou k zahájení přepravy po železnici. V minulém roce společnost realizovala projekt celního odbavení ve vlastní režii, s jehož pomocí je v současnosti schopna nabízet službu celního odbavení jak interně, tak i pro externí zákazníky. Rovněž se také realizoval projekt přezkoumávání bonity zákazníků, díky kterému společnost dokázala zvýšit svůj potenciál know-how.

V současnosti společnost KS-Europe kompletuje poštovní zásilky pro více než 25 evropských zemí. Provozy má kromě dvou v České republice také v německém Karlsruhe a švýcarském Curychu. V oblasti zpracování zboží společností projde 30 milionů položek ročně. Společnost ročně sešije 200 milionů katalogů. [11]

#### **4.1.2 Obor činnosti**

Mezi činnosti společnosti KS-Europe patří především provoz Lettershopu (kompletace jednotlivých součástí reklamních zásilek a příprava k odeslání). Tato činnost se zajišťuje pomocí falcovací, balicí a obálkovací techniky. Tato technologie umožňuje zpracovat velké zásilkové zakázky za nejkratší možnou dobu. V této oblasti patří společnost k největším a nejvýkonnějším společnostem v Evropě. Moderní technika se stará o plynulý průběh zakázek. Díky ní může společnost nabízet služby **selektivního i neselektivního** zavařování do fólie, přičemž tyto fólie mohou být potištěné, nepotištěné i metalizované. Dále nabízí služby vkládání do papírových obálek, manuální balení, lepení etiket na fólie, přiřazení 3D dílů, vkládání příloh, řezání a falcování, sledování produktu, kamerové procesy například třídění podle PSČ nebo selektivního balení a vyřízení cla do mimoevropských zemí. [11]

Další činností, kterou se KS-Europe zabývá je provoz Heftshopu, do kterého spadají práce spojené s výrobou katalogů metodou sešívání tištěných medií. Po dodání tiskárnou se zde na 8 stanicích sestaví tištěné medium, které podléhá přísným kontrolám. Je zde možné zpracovávat tištěná media do formátu A3, sponkování až se 4 sponkami, zpracovávat v tyčích a jednotlivých arších, potiskovat inkoustovou tiskárnou, zpracovávat dvojité archy a sešívat personalizované i nepersonalizované díly. [11]

K další činnosti se řadí služba Printshopu, kde se zakázkám dávají popisy, adresace a personalizování. Zpracování tiskových úloh společnost provádí pro více než 25 evropských zemí. K tomuto účelu se využívají nejrůznější typy moderních strojů,

které zajišťují vysokou kvalitu a flexibilitu. Personalizace je zde možná do 600 dpi, tisk je možné umístit obě strany materiálu, umístění a personalizování samolepicích etiket. Tento proces umožňuje optimalizaci poštovních nákladů. [11]

V oblasti zpracování zboží se společnost zaměřuje na systematické řízení logistických procesů a profesionální logistiku zboží a dat. Zde zákaznicky společnosti představují společnosti z nejrozličnějších odvětví. Služby zde nabízené jsou především vybalení a identifikace, posouzení zboží a jeho zpracování. Především úprava textilu - žehlení či odstraňování skvrn, označení (etiketování), zajištění, zabalení, skladování a následní individuální organizace přepravy. Řízení procesů se provádí pomocí elektronického zpracování dat (skenováním). Funguje zde také technika „tunnel-finishing“. [11]

Další službou, kterou společnost nabízí je zpracování dat, pořizuje a zpracovává data od jednoduchých adres až po komplexní zakázky. Touto cestou nabízí digitalizaci dat, systémové nezávislé zadávání dat, třídění, archivaci a vyhodnocování dat, statistiku, kontrolu kvality pořízených dat a ověřování platební spolehlivosti. [11]

#### **4.1.3 Cíle společnosti**

Na internetových stránkách společnost KS-Europe zveřejňuje své podnikové teze, podle kterých se snaží udržet a dále budovat svou pozici jednoho z předních poskytovatelů služeb v oblasti dialogmarketingu a zpracování zboží. Tyto teze jsou pro podnik základem pro úspěšný rozvoj a vztahy se zákazníky, obchodními partnery a spolupracovníky. [11]

Mezi tyto teze se řadí orientace na zákazníka, vztah k zaměstnancům, odpovědnosti za své zaměstnance, respekt vůči obchodním partnerům a dlouhodobá perspektiva ekologické odpovědnosti.

Ve výroční zprávě 2012 KS-Europe sděluje: „Společnost má i nadále za cíl dále zvyšovat produktivitu práce používáním efektivních technologií, buduje za účelem dalšího zvyšování kvality managementu jakosti a sází na individuální řešení problémů, aby zvýšila poměr výkon/užitek pro zákazníka.“ [12, s. 11]

Společnost klade velký důraz na přecházení vzniku negativních dopadů na životní prostředí, především výrobních procesů a logistiky včetně dopravy. Snaží se je snižovat, sleduje možné důsledky svých činností a aktivně předchází nepříznivému vlivu na životní prostředí. Mezi významné environmentální aspekty řadí spotřebu elektrické

energie, emisi výfukových plynů, vznik odpadu tonerových kazet, emisi hluku, spotřebu vody a úniky stlačeného vzduchu. [12]

## **5 Definice problému**

### **5.1 Definice problému**

Společnost KS Europe průběžně obměňuje své stroje a technologie za účelem udržení krátké doby zpracování zakázek a rychlosti. V roce 2012 došlo k rozhodnutí, že bude vyměněna obálkovací technika, která se nachází v provozu Lettershopu. Právě díky optimalizaci procesů a technickému rozvoji se společnosti daří řadit se mezi jeden z největších a nejvýkonnějších lettershopů v Evropě. Výměna je nutná především z důvodu zastaralosti některých stávajících strojů a s tím spojeným častým poruchám.

K tomuto účelu společnost vlastní šest obálkovacích strojů, přičemž vždy jsou tři stejného typu a výrobce. Tři stroje nakoupené v roce 2006 jsou tedy relativně nové a jejich poruchovost není tak velká. Druhé tři stroje byly pořízeny v roce 2001, jejich provoz vyžaduje časté opravy a musí být proto často odstavovány. To způsobuje, že nesplňují kapacitní potřeby pro výrobu, proto se došlo k rozhodnutí investovat do pořízení nových strojů. Společnost od této investice očekává především zvýšení produktivity práce, snížení nákladů na opravy a odstranění častých odstávek, které vznikaly na stávajících strojích. Tyto požadavky jsou základními cíly, které se od této investice očekávají. Došlo k rozhodnutí, že případné nahrazení novým strojem nebude mít za následek dalšího prodej stroje stávajícího.

**Tabulka 2 Současné strojové vybavení**

<b>Typ stroje (rok pořízení)</b>	<b>Bell+Howell (XP-6) (2001)</b>	<b>Buhrs ITM (2006)</b>
<b>označení</b>	S1	S2
<b>počet strojů</b>	3	3
<b>rychlost za hodinu (ks)</b>	6000	8000
<b>výkon na směnu (ks)</b>	36000	48000
<b>počet personálu na obsluhu</b>	1	1
<b>počet zakladačů</b>	6	8
<b>produkce z m<sup>2</sup></b>	667	267

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Každý z těchto dvou typů strojů má jiné technické parametry. Teoreticky by měla být rychlost obou strojů vyšší, ovšem reálná rychlost bývá o 20 – 30 % nižší než teoretická maximální rychlost, v tabulce 1 jsou uvedené rychlosti reálné.

Oba stroje disponují funkcemi, jako jsou možnosti frankování, systémem pro oddělování nastaveného počtu zásilek, systémem „cik, cak“, kdy se jedna identická příloha podává ze dvou zakladačů, dvojitou kontrolou příloh a možností nulté kontroly, tedy kontroly, zda v zásilce nechybí část produktu. Stroj S1 zabírá 9 m<sup>2</sup>, zatímco novější stroj S2 se rozkládá na 30 m<sup>2</sup>. Rozdílné jsou také jejich možnosti využití. Stroj S1 dokáže zpracovávat obálky velikosti C6-C5, zatímco stroj S2 umožňuje zpracovávat větší formát velikostí obálek C6-C4. Oproti S1 má stroj S2 dále větší počet možných zakladačů příloh, navíc stroj S2 umožňuje poštovní třídění pomocí systému Balsfulland BVS 8000 nebo s kamerou BVS 2000 plus.

Maximální šířka obálky na stroji S1 se hodně liší možnou velikostí obálky oproti stroji S2, což je zobrazeno v Tabulce 3. Tyto kritéria je třeba brát také v úvahu, neboť ve výrobní hale, kde se tyto stroje nachází, je ještě spousta dalších strojů například na lisování, balení či tisk adresových štítků, proto velikost stroje a jeho možné využití je třeba brát v úvahu.

**Tabulka 3 Velikosti možností zpracování**

Označení	S1	S2
Minimální velikost obálky (mm)	152 x 89	110 x 162
Maximální velikost obálky (mm)	244 x 175	250 x 353
Maximální šířka obálky (mm)	12	13

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Při původním řešení se také hodně lišily náklady na pořízení a na údržbu, což je zobrazeno v Tabulce 4. Technické zařízení se pro společnost většinou pořizují od zahraničních společností. Vliv rozdílu mezi kurzy v dobách pořízení není velký, přesto považují za důležité zmínit vliv změny kurzu české koruny k euru.

**Tabulka 4 Náklady na pořízení a údržbu**

Označení	S1	S2
Pořizovací cena stroje (Kč)	1.945.440	4.018.800
Pořizovací cena stroje (€)	77.818	160.752
Náklady na údržbu na stroj	150.000	400.000

(Zdroj: Vlastní zpracování)

## 5.2 Stanovení kritérií

Úkolem rozhodovací analýzy je zvolit optimální náhradu tohoto obálkovacího stroje. Díky optimalizaci procesů a technickému rozvoji se daří zvyšovat produktivitu práce a krátké realizační doby plnění zakázek.

Na základě informací z podniku byly zjištěny informace ke stanovení základních kritérií hodnocení. Po domluvě byly stanoveny čtyři hlavní kritéria hodnocení významnosti:

- **K1** - pořizovací cena stroje [Kč]
- **K2** - výkon stroje na směnu [ks/směna]
- **K3** - personál na obsluhu stroje [počet zaměstnanců]
- **K4** - náklady na údržbu stroje [Kč]

Cena pořízení je peněžní částka, kterou je zapotřebí zaplatit, aby firma mohla pořídit nový stroj. Čím menší tato částka bude, tím je to pro ni lepší. Jde tedy říci, že jde o hodnoty minimalizačního typu. Výkon stroje je měřen v kusech na směnu a jedná se o hodnotu maximalizačního typu, stejně jako počet personálu na obsluhu stroje. Náklady na údržbu stroje se společnost pochopitelně snaží minimalizovat.

### 5.2.1 Metoda pořadí

Ve spolupráci s vedením společnosti bylo jednotlivým kritériím přiřazeno pořadí. Došlo k jejich seřazení dle významnosti.

**Tabulka 5 Hodnocení metody pořadí**

Kritérium	Pořadí
K1	1
K2	2
K3	3
K4	4

(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 5.2.2 Známkovací metoda

Byla nastavena stupnice v určitém intervalu od 0 do 10. Vedení společnosti tedy pomocí tohoto jednoduchého nástroje provedlo ohodnocení kritérií v této škále známek. Čím vyšší má kritérium známku, tím je významnější.

**Tabulka 6 Hodnocení metody známkovací**

Kritérium	Zámka
K1	8
K2	6
K3	5
K4	2

(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 5.2.3 Metoda porovnávání v trojúhelníku párů

Ke vzájemnému porovnávání všech párů kritérií pomocí tzv. Fullerova trojúhelníku. Tedy došlo k porovnání šesti párů kritérií. Porovnávání se zde provádí pomocí porovnávání kritérií postupně po řádkách jak je vidět v Tabulce 7.

**Tabulka 7 Hodnocení pomocí Fullerova trojúhelníku**

<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
2	3	4
	<u>2</u>	<u>2</u>
	<u>3</u>	4
		<u>3</u>
		4

(Zdroj: Vlastní zpracování)

**Tabulka 8 Výpočet koeficientu významnosti**

Kritérium	K1	K2	K3	K4
Metoda pořadí	4/10	3/10	2/10	1/10
Metoda známkovací	8/23	6/23	5/23	4/23
Metoda porovnávání	3/7	2/7	2/7	0

(Zdroj: Vlastní zpracování)

**Tabulka 9 Koeficient významnosti**

Kritérium	K1	K2	K3	K4	$\Sigma$
Metoda pořadí	0,40	0,30	0,20	0,10	1,00
Metoda známkovací	0,35	0,26	0,22	0,17	1,00
Metoda porovnávání	0,43	0,29	0,29	0	1,00
Koeficient významnosti $B_j$	1,18	0,85	0,70	0,27	3,00
Koeficient významnosti $B_j/N$	0,392	0,282	0,234	0,091	1,00

(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 5.3 Tvorba modelu rozhodování

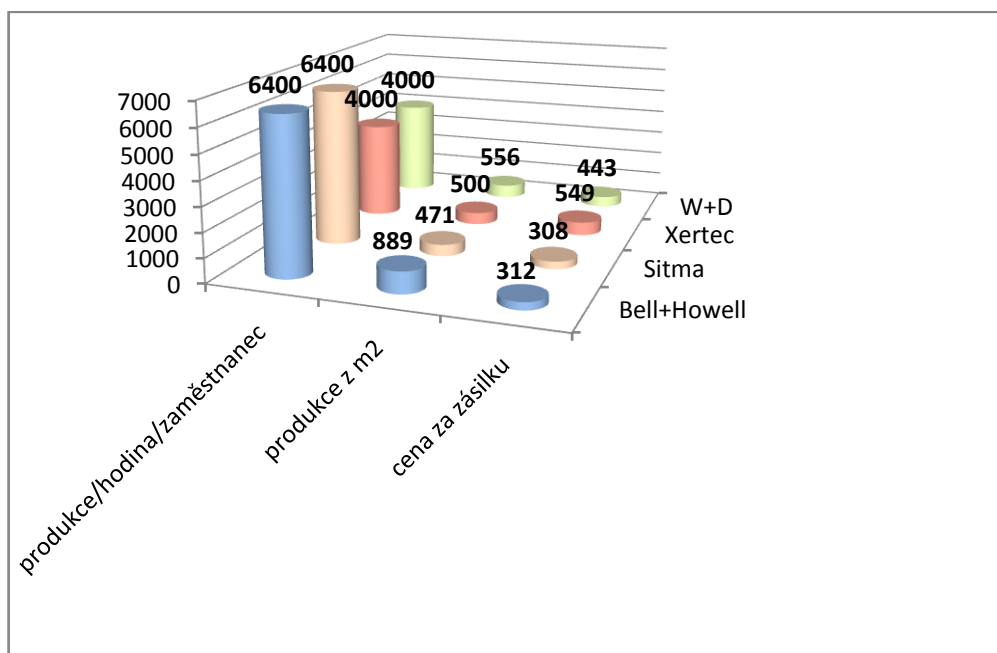
Na základě zvolených kritérií dostala společnost čtyři nabídky, které jsou znázorněné v Tabulce 10.

**Tabulka 10 Možnost reálného nahrazení stroje**

Dodavatel	Bell+Howell	Sitma	Xertec	W+D
Typ stroje	Docutec	Arisma	Pitney-Bowes	W+D
<b>Formát</b>	C6-C5	C6-C5	C6-C4	C6-B5
<b>Min. velikost (mm)</b>	76 x 140	100 x 150	76 x 140	80 x 105
<b>Max. velikost (mm)</b>	152 x 229	150 x 210	159 x 279	229 x 324
<b>Max. šířka (mm)</b>	12	15	5	10
<b>Rychlost za hodinu</b>	8000	16000	10000	10000
<b>Výkon na směnu</b>	48000	96000	60000	60000
<b>Prostor</b>	9	34	20	18
<b>Obsluha</b>	1	2	2	2
<b>Počet zakladačů</b>	6	4+1	6	4+1
<b>Pořizovací cena v Kč</b>	2.498.000	4.934.000	5.494.000	4.425.000
<b>Pořizovací cena v €</b>	99.920	197.360	219.760	177.000
<b>Při pořízení 2 strojů v €</b>	180.000	300.000		

(Zdroj: Vlastní zpracování)

**Graf 1 Porovnání možností nahrazení stroje**



(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 5.3.1 Matematický model

Na základě množství volných peněžních prostředků bylo rozhodnuto, že budou nahrazeny dva stroje typu S1 novějšími. Požadován byl stejný objem výroby, proto druhé kritérium nehraje roli, neboť všechny nabízené stroje mají mnohem vyšší kapacitu výroby. Zároveň jsme nemohli využít parametru nákladů údržby, protože tento údaj nebyl v nabídkách specifikován. Jako náhrada stroje S1 byl vybrán výrobek firmy Bell Howell, neboť je nejlevnější a zároveň jako jediný potřebuje k obsluze pouze jediného pracovníka. Bylo tedy zbytečné k rozhodnutí použít složitý matematický aparát.

Možnosti vícekritériálního programování jsme se rozhodli ukázat na modelovém příkladu. Při pevně stanovém objemu výroby nás zajímá zatížení strojů, pokud je cílem maximalizovat zisk.

O výhodnosti nákupu nových strojů rozhodl výpočet zisků při fixní výrobě 76.943.000 kusů obálek velikosti C5/C6 za rok. Vzhledem ke se stanovenému počtu vyrobených kusů obálek stroji S1 jsme si stanovili počet vyrobených kusů na směnu na 240 000.



**Tabulka 11 Podklady pro matematický model**

	S1	S2	S3
výkon strojů - obálky tis. ks/hod	6	24	16
zisk za směnu C5-C6 za tis. ks	42	33	46

(Zdroj: Vlastní zpracování)

$X_1$  ... čas provozu stroje 1

$X_2$  ... čas provozu stroje 2

$X_3$  ... čas provozu stroje 3

účelová funkce:

zisk na směnu - maximalizovat

$$42 \cdot 6 \cdot X_1 + 3 \cdot 33 \cdot 8 \cdot X_2 + 2 \cdot 46 \cdot 8 \cdot X_3$$

délka běhu strojů – minimalizace

$$\max.(X_1, X_2, X_3)$$

omezující podmínky:

počet vyrobených kusů v tisících ks  $X_1 + 3 \cdot X_2 + 2 \cdot X_3 = 240$

délka chodu stroje během směny  $X_1, X_2, X_3 \leq 6$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Naším úkolem je zjistit optimální délku běhu strojů všech typů s ohledem na maximalizaci zisku. Pomocí řešitele v Excelu jsme získali doby běhu jednotlivých strojů. Stroje kategorie **S1, S3** je výhodné nechat běžet celou směnu, tedy **6 hodin**, zatímco stroje kategorie **S2** se vyplatí nechat běžet pouze **4,5 hodiny** čistého času. Zisk v tomto případě činil **9.492,- Kč**.

Dále jsem si stanovili jako cíl minimalizovat maximální délku běhu strojů za směnu. Výsledek vyšel **5,22 hodiny** pro každý stroj. Zisk v tomto případě byl **9.287,- Kč**.

V případě, že by se minimalizoval zisk, pracoval by stroj **S1, S2** celou směnu **6 hodin** a stroj **S3** by byl v chodu **3,75 hodiny**. Zisk by v tomto případě činil **9.024,- Kč**.

Pro naši modelaci je dokonce možné úplně odstavit stroj S1. Zbylé stroje by poté pracovali po dobu celé směny. Zisk by v tomto případě byl **9.168,- Kč**.

**Optimální varianta** se tedy pohybuje mezi ziskem **9.024,- Kč** a **9.492,- Kč**.

V případě jiné formulace zadání společností KS-Europe s. r. o. by bylo možné studovat chování výrobního procesu při změně klíčových kritérií. Bohužel jsme neobdrželi dostatek podkladů pro konkrétnější bádání.

## **ZÁVĚR**

Bakalářská práce byla věnována procesu rozhodování a s ním spojeným pomocným modelům. Primárně byla zaměřena na modely vícekritériálního lineárního programování, ale z důvodu provázanosti s ostatními činnostmi musely být zmíněny také další podstatné faktory situace.

V souvislosti s konkrétní situací společnosti KS-Europe s.r.o., kdy došlo k rozhodnutí ohledně zlepšení technologie v oblasti Lettershopu. Na základě pozorování této oblasti se ukázalo, že by bylo vhodné vyměnit obálkovací techniku.

Dva typy těchto strojů byly porovnávány a na základě toho se projevilo, že vhodnější by bylo vyměnit starší, poruchovější typ. Byla stanovena kritéria pro volbu vhodné náhrady a na jejich základě došlo ke zjištění, že velmi výhodná nabídka ze strany dodavatele, který dodal již stávající stroj. Výhodnost nabídky přiměla vedení společnosti k rozhodnutí o pořízení dvou nových strojů právě od této společnosti jako náhradu dvou stávajících.

Z uvedeného modelu a výpočtů vyplývá, že uskutečnění rozhodnutí nahradit starší techniku bylo přínosem v podobě vyšší možné výkonnosti. Bohužel problém se nakonec ukázal být velice triviálním, proto jsme úlohu nákupu nového technického vybavení zaměnili za jeho efektivní využití.

Jako největší přínos této práce spatřuji seznámení se s velice zajímavou problematikou, použitelnou i v pracovním procesu.

## **SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ**

### **Obrázky:**

Obrázek 1 Proces kvantitativní analýzy.....	14
Obrázek 2 Metody kvalifikace preferencí mezi kritérii.....	18

### **Tabulky:**

Tabulka 1 Kriteriaální matice obsahující dílčí optimální řešení.....	24
Tabulka 2 Současné strojové vybavení.....	34
Tabulka 3 Velikosti možností zpracování.....	35
Tabulka 4 Náklady na pořízení a údržbu.....	35
Tabulka 5 Hodnocení metody pořadí.....	36
Tabulka 6 Hodnocení metody známkovací.....	36
Tabulka 7 Hodnocení pomocí Fullerova trojúhelníku.....	36
Tabulka 8 Výpočet koeficientu významnosti.....	37
Tabulka 9 Koeficient významnosti.....	37
Tabulka 10 Možnost reálného nahrazení stroje.....	37
Tabulka 11 Podklady pro matematický model.....	39

### **Grafy:**

Graf 1 Porovnání možností nahrazení stroje.....	38
---	----

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BROŽOVÁ, Helena; HOUŠKA, Milan; ŠUBRT, Tomáš. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. 1. vydání, Praha: Credit, 2003, 172 s. ISBN 80-213-1019-7
- [2] FIALA, Petr; JABLONSKÝ, Josef; MAŇAS, Miroslav. *Vícekritériální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1994, 316 s. ISBN 80-7079-748-7
- [3] FOTR, Jiří. *Manažerská rozhodovací analýza*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1992, 106s. ISBN 80-7079-939-0
- [4] FOTR, Jiří; DĚDINA, J; HRŮZOVÁ, H. *Manažerské rozhodování*. Praha: Ekopress, 2000, 163 s. ISBN 80-86119-20-3
- [5] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum*. 3. vydání, Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3
- [6] KOLČAVOVÁ, Alena. *Kvantitativní metody v rozhodování*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 181 s. ISBN 80-7318-463-X
- [7] PLEVNÝ, Miroslav; ŽIŽKA, Miroslav. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. 1. vydání, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2007, 298 s. ISBN 978-80-7043-435-2
- [8] ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. 1. vydání, Praha: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 352 s. ISBN 978-80-7380-345-2
- [9] ŠULEŘ, Oldřich. *Manažerské techniky III*. 1. vydání, Olomouc: Rubico, 2003. 152 s. ISBN 80-85839-87-3
- [10] ZIMOLA, Bedřich. *Operační výzkum*. 5. vydání, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 168 s. ISBN 978-80-7318-878-8

Další zdroje:

[11] KS EUROPE [online], [cit. 12. 02. 2013], Dostupné z: <http://www.ks-europe.com/cs/>

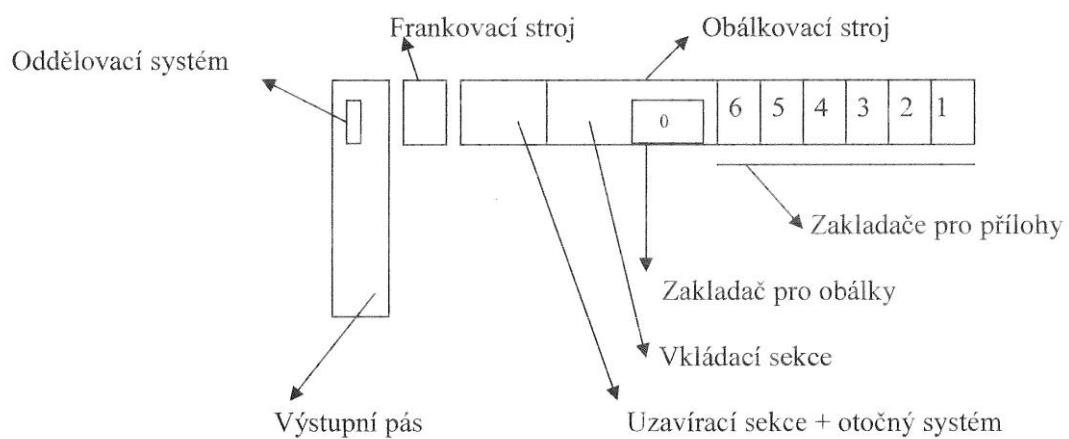
[12] *Výroční zpráva KS-Europe s.r.o. 2012.*, Plzeň: KS-Europe s.r.o., 2012, 21 s.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A – náčrt a fotografie stroje Bell+Howell, typ XP-6

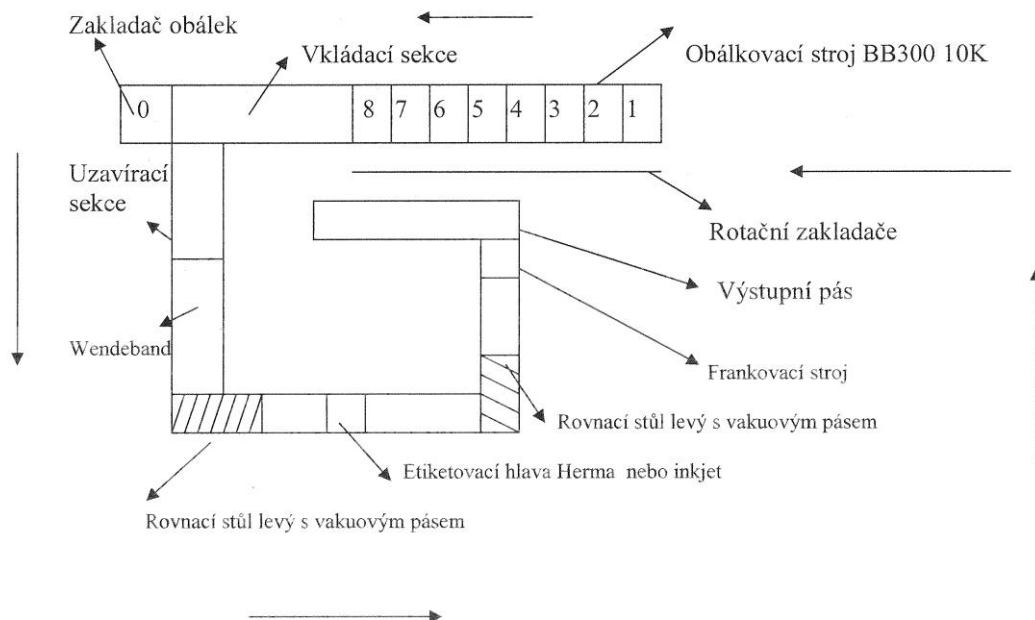
Příloha B – náčrt a fotografie stroje Buhrs ITM, typ BB 300 10-K

## PŘÍLOHA A – Stroj Bell Howell, typ XP-6 (S1) – náčrt, fotografie





## PŘÍLOHA B - Stroj Buhrs ITM, typ BB300 10-K (S2) – náčrt, fotografie



## **Abstrakt**

PETŘÍKOVÁ, Kamila. Vícekriteriální programování. Bakalářská práce. Cheb: Fakulta ekonomická ZČU v Plzni, 46 s., 2013

**Klíčová slova:** rozhodování, optimalizace, vícekriteriální lineární programování

Předmětem bakalářské práce je vícekriteriální programování. V úvodní části práce jsou vysvětleny základní pojmy spojené s procesem rozhodování, kvalitativní a kvantitativní analýzou, dále jsou popsány jednotlivé etapy rozhodovacího procesu. Další kapitola se zabývá metodami stanovení vah kritérií a metodami vícekriteriálního programování. V praktické části jsou aplikovány jednotlivé metody vícekriteriálního programování na konkrétní úloze. Poslední kapitolou je samotné vypracování modelu. Výstupy z této části mohou být použity jako vhodný nástroj pro rozhodování ve firmě.

## **Abstrakt**

PETŘÍKOVÁ, Kamila. Multicriterion programming of optimalization task. Bachelor thesis. Cheb: Faculty of Economics, University of West Bohemia in Pilsner, 46 s., 2013

**Key words:** decision making, optimalization, multicriterion linear programming

The bachelor thesis is focused on multicriterion programming of optimalization tasks. It is separated into two parts, a theoretical and a practical. In the introductory section are described basic concepts like a process of decision making, quantitative, qualitative analysis and individual stage of decision analysis. Next chapter is deal with subject method of determination weight criteria and method of multicriterion programming. Theoretical knowledge is applied on a real situation in the practical part. The last chapter is the development of model itself. Results of this part can be used for decision making.